Aus der
Reichsanstalt für Deutsches Bäderwesen an der Universität Breslau
(Dir. Prof. Dr. Vogt)
und dem Kurheim „Stolzenfels“ in Bad Kudowa.
(Chefarzt Dr. Hinrichs)

CO_2-Gasbad und E. K. G.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des
Doktorgrades in der Medizin und Chirurgie
an der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Breslau

vorgelegt von

Paul F. Pietsch,
approbierter Arzt.

Breslau 1939.

Buchdruckerei und Verlag Eugen Jakubik, Breslau 10, Wörtherstraße 6

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Breslau

Referent: Prof. Dr. Vogt
Dekan: Prof. Dr. Gutzeit

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern in Dankbarkeit!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542706_0088

CO_2 Gasbad und E. K. G.

In der Balneologie nehmen die Kohlensäurebäder als therapeutisches Mittel zur Besserung der Herz- und Kreislauffunktionen einen ganz besonderen Platz ein. Die Wirkungsweise der Kohlensäurebäder ist aber immer noch nicht restlos geklärt. Schon im vorigen Jahrhundert sind eine ganze Reihe von Arbeiten veröffentlicht worden (Benecke (1), August (2) und Theodor Schott (3), Grödel (4), Jacob u. a. m.), die das Kohlensäurebad zum Thema hatten. Seitdem erscheinen immer wieder neue Arbeiten, die einer Klärung der Wirkungsweise der Kohlensäuremineralbäder zustreben. (Bornstein, Krötz und Wachter, Gollwitzer-Meyer u. a. m.)

Eine wenig bekannte Form der Kohlensäuretherapie ist das Kohlensäure-Gasbad. Dies ist erklärlich und verständlich, wenn man sich das geringe Vorkommen von natürlichen kohlensauren Gasquellen vor Augen hält. In Deutschland werden CO_2-Gasbäder nur in Bad Kudowa, Bad Meinberg und in Bad Nauheim verabfolgt. Hiermit ist auch verständlich, daß das CO_2-Gasbad in dem Schrifttum nicht allzu häufig anzutreffen ist.

Die ersten und vielleicht auch ältesten Veröffentlichungen von Untersuchungen über die Wirkungsweise der Gasbäder stammen von Kisch (5) aus dem Jahre 1863. Im Jahre 1897 erwähnt Prof. Grödel (6) im Anhang des Buches Alexander Morisons „The cardiac failure and it's treatment", daß in früheren Zeiten in Bad Nauheim trockene, kohlensaure Gasbäder angewendet worden sind. 1907 berichtet Prof. Grödel, daß im Kohlensäuren-Gasbad der Blutdruck und die Resorption nicht beeinflußt, der Puls dagegen beträchtlich beschleunigt wird (7). Demnach sind die Kohlensäuren-Gasbäder zu den milderen Wärmeprozeduren ohne primäre Kreislaufwirkung zu rechnen, bei denen in erster Linie eine Pulsbeschleunigung, dagegen nur geringe, individuell verschiedene, minimale Blutdruckschwankungen erhalten werden. 1915 berichten Weiß und Komerell (8) über das Verhalten der Atemfrequenz und des Kreislaufs im Gasbad. 1929 sagt Grödel und Wachter (9) einiges über die Resorption der gasförmigen CO_2 durch die Haut: die Kohlensäure wird

teils durch die Lunge ausgeschieden, teils im Gewebe als Karbonat deponiert, um in der Nachperiode abgegeben zu werden. Von denselben Autoren ist eine Arbeit auf dem Balneologen-Kongreß 1928 in Baden bei Wien mit folgendem Inhalt vorgetragen worden: Das Vorhandensein einer gewissen Feuchtigkeit der Haut oder hoher Wasserdampfspannung des Kohlensäureluftgemisches und damit Hautanfeuchtung scheinen eine Vorbedingung für das Passieren der Kohlensäure durch die Haut und damit für ihre spezifisch chemische Wirkung zu sein. Deshalb sehen wir den größten Effekt in dem natürlichen Kohlensäure-Wasserbad, wo die CO_2 vom Wasser absorbiert ist; einem kleineren im mit Wasserdampf gesättigten Sprudelgasbad, wo wir eine Mischung von wenig Luft, Kohlensäure und Wasserdampf haben und den geringsten Effekt oder keinen im künstlichen Kohlensäure-Gasbad, wo nur trockene Kohlensäure den Körper umgibt.

Etwa zur selben Zeit haben Cobet und Häbler (10) in Bad Kudowa mit der natürlichen Kohlensäure-Gasquelle Versuche gemacht. Seine Analyse der Gasquelle ergibt 95 v. H. Kohlendioxyd und eine Temperatur von 12—14°. Bei ihren Patienten trat bald das von den CO_2-Mineralbädern bekannte Hautwärmegefühl auf, das nach Goldscheider (11) auf einer chemischen Erregung der temperaturempfindlichen Nerven beruht. Um dieses auszulösen, genügt nach Prausnitz (12) schon eine CO_2-Konzentration von 20 v. H. Neben dem Hautwärmegefühl tritt bei einer Erhitzung des Bades auf 38° eine Schweißsekretion und eine Rötung der Haut ein, welche nur kurze Zeit nach dem Bade anhält. Nach ihm regt die CO_2 die Schweißdrüsen entweder direkt oder reflektorisch an. Ebenso wie bei Winternitz (13) haben auch seine Stoffwechseluntersuchungen eine Steigerung des Respiratorischen Quotienten über 1,0 ergeben. Nach dem Bade haben die Patienten ein angenehmes Müdigkeitsgefühl verspürt. Danach steht außer Zweifel, daß die gasförmige CO_2 durch die Haut resorbiert wird. Dies hat neben Grödel und Wachter, Cobet auch Hediger (14) mit anderen Methoden bewiesen. Cobet berechnet die CO_2-Aufnahme im Gasbad auf 100—150 ccm pro Minute. Die schwitzende Haut nimmt mehr CO_2 auf als die trockene. Prof. Oeller (15) hält die CO_2-Gasbäder für eine außerordentlich wirksame Form der CO_2-Anwandung. Er fordert zunächst eine absolute Gewähr für die Sicherheit des Patienten vor zu großer Inhalation und eine größere Vielseitigkeit in der Verwendung durch Einstellung verschiedener Temperaturen. Er unterscheidet eine trockene Form (niedere Temperaturen) und eine feuchte Form (höhere Temperaturen). Therapeutisch sollen besonders Diabetes mit der

trockenen Form, Gicht mit der feuchten Form behandelt werden. Außerdem sollen Herz- und Gefäßerkrankungen, Hypertonien und Arteriosklerose günstig beeinflußt werden. Neben Cobet, Grödel und Wachter, Hediger hat Kretschmer (16) in Bad Meinberg Untersuchungen über die CO_2-Spannung im arteriellen Blut und der Alkalireserve des Blutes im CO_2-Gasbad vorgenommen. Diese haben ebenfalls zu dem Ergebnis geführt, daß die CO_2 von der Haut resorbiert wird. Benatt (17) hat in Bad Meinberg bei Versuchen mit 18—20° warmen Gasbädern im kapillarmikroskopischem Bilde eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit und eine Erweiterung der subpapillären Venenplexus sowie Füllung vorher nicht sichtbarer Plexusäste beobachtet. Diese erreichen aber nicht die hohen Werte und Grade, die er im thermoindifferenten CO_2-Solbad in Bad Salzuflen gesehen hat. Auch klingen die Reaktionen nach dem Gasbad schneller ab als nach den Solbädern. Danach besteht der Unterschied zwischen Gas- und Solbad hauptsächlich im hydromechanischen Faktor. Durch diesen werden die dünnwandigen und in erster Linie die oberflächlichen Venen ausgepreßt. Der Rückfluß zum Herzen erfährt dadurch einen Antrieb.

Der kurze Überblick soll dazu dienen, das bisherige Schrifttum aufzuzeigen. Eine direkte Herz- und Gefäßwirkung wurde noch nicht festgestellt oder nicht beobachtet.

Zweck dieser Arbeit soll es sein festzustellen, ob die Herzfunktion selbst im CO_2-Gasbad Änderungen erfährt. Als sicherste Methode steht uns für die Feststellung von Vorgängen am Herzmuskel und Herzgefäßsystem das E. K. G zur Verfügung. Natürlich nicht das E. K. G. allein, sondern nur im Verein mit anderen klinischen Untersuchungsmethoden, sowie mit der Beobachtung des Patienten an sich. Treten Veränderungen im E. K. G. auf, dann ergeben sich folgende Fragen:

Welches sind die Veränderungen?

In welchem Teil des E. K. G. treten diese auf?

Unter welchen Bedingungen treten diese auf?

Findet man diese Änderungen auch unter abgeänderten Bedingungen wieder?

Welche Zeit nach dem Gasbad dauern diese an?

Um einen Überblick in den Wirkungsmechanismus der CO_2-Gasbäder zu gewinnen, sind planmäßig Messungen des Blutdruckes vor, in und nach dem Gasbad durchgeführt worden, und durch Errechnung des Zander-Liljestrandschen reduzierten Amplituden-Frequenzproduktes (R. A. P.) eine gewisse Einsicht in das Verhalten des Minutenvolumens angestrebt. Nach Parade und Grote ist der R. A. P. für klinische Zwecke brauchbar.

Die Untersuchungen sind mit der natürlichen CO_2-Gasquelle in Bad Kudowa gemacht worden, mit welcher auch Cobet seine Versuche durchgeführt hat. Das Ergebnis einer Analyse von Prof. Dr. Frech ist folgendes:

Gasquelle = Alkal. — Eisensäuerling	Gramm
Kaliumchlorid (KC_1)	0,0042
Natriumchlorid (CaC_1)	0,1188
Natriumsulfat (Na_2SO_4)	0,3135
Natriumkarbonat ($NaHCO_3$)	1,387
Lithiumhydrokarbonat	—
Kalziumhydrophosphat ($CaHPO_4$)	0,00472
Kalziumhydroarsenat ($CaHaSO_4$)	0,00169
Kalziumhydrokarbonat ($Ca[HCO_3]_2$)	0,8125
Magnesiumhydrokarbonat ($Mg[HCO_3]_2$)	0,2781
Ferrohydrokarbonat ($Fe[HCO_3]_2$)	0,0444
Manganhydrokarbonat ($Mn[HCO_3]_2$)	0,0043
Kieselsäure (meta) H_2SIO_3	0,119
	3,188
Freie CO_2	1,949
	5,037

Die Temperatur schwankt zwischen 12 und 14° Celsius. Die Gasquelle wird in das Marienbad geleitet, woselbst eine ausgezeichnete und mustergültige Gasbadezelle geschaffen worden ist, die alle Bedingungen erfüllt, die Prof. Oeller fordert.

Versuchsanordnung:

Die elektrokardiographischen Aufzeichnungen sind mit einem „Siemens-Verstärker-Elektrokardiograph" vorgenommen worden. Die Blutdruckmessungen habe ich mit einem „Combitonograph" nach Dr. von Recklinghausen und K. Keller durchgeführt.

Die Versuchspersonen sind zunächst wahllos von dem Kurheim „Stolzenfels" zur Verfügung gestellt worden, galt es doch zunächst festzustellen, ob überhaupt Änderungen im E. K. G. auftreten. Nachher sind Patienten verschiedener Krankheitsgruppen ausgewählt worden, die ich anschließend anführen möchte:

Thyreotoxikosen	19	Hypotonie	23
Myodegeneratio	11	Arteriosklerose	1
Angina Pect.	5	Basedow	5
Myokardschaden	3	Neurastheniker	4
Mitralfehler	6	Erschöpfungszustand	4
Aortenfehler	1	Klimax	4
Arythmien	3	chronische Artritis	1
Hypertonie	13	Pubertät	1

Zunächst wurde ein E. K. G. in völliger Ruhe unter den sonst üblichen Bedingungen vor dem Gasbad aufgenommen. Sodann wurden die Patienten unter Vermeidung von körperlichen Anstrengungen und psychischen Erregungen in die eigentliche Gaszelle gesetzt, in der sie völlig entspannt und ruhig in halb liegender Stellung verharrten. Der Winkel von Ober- zu Unterkörper auf dem Ruhebett ist der gleiche wie im Gasbad. Zur Kontrolle wurde ein E. K. G. im Liegen und ein E. K. G. in dieser halbliegenden Stellung aufgenommen, um festzustellen, ob etwaige Veränderungen durch diese kleine Lageveränderung im E. K. G. auftreten. Diese Frage kann einwandfrei verneint werden.

Da schon nach zwei Minuten CO_2-Wirkungen im CO_2-Mineralbad auftreten, habe ich ein E. K. G. zwei Minuten nach Einströmenlassen des CO_2-Gases geschrieben, des weiteren nach 10 Minuten Gasbad und am Ende des Gasbades. Etwa 15 Min. nach dem Gasbad habe ich nochmal ein E. K. G. abgeleitet.

Um ein Einatmen der CO_2 zu verhindern, ist die einzig in Betracht kommende Stelle — der Hals des Patienten, da der Patient nur mit dem Kopf über den Deckel der Gasbadezelle herausragt, mit zwei feuchten Tüchern umwickelt und diese nochmals mit einem Wachstuch abgedichtet worden. Durch stets weit geöffnete Fenster ist für eine sehr gute Durchlüftung der Badezelle gesorgt worden. Da nach Cobet die CO_2-Gasquelle zu Kudowa noch 5 v. H. andere Beimengungen hat, die dem Gas selbst einen ganz charakteristischen Geruch verleihen, kann man auch dadurch feststellen, ob ein erhöhter CO_2-Gehalt in der den Patienten umgebenden Luft vorhanden ist. In einem Falle habe ich absichtlich die Abdichtung der Gaszelle nur mangelhaft vorgenommen, um ein Exempel festzustellen. Die Wirkung ist auch nicht ausgeblieben. Schon nach fünf Minuten hat die Patientin das Gas gerochen, über schweres Atmen, Schwindelanfälle, Herzklopfen und Kopfschmerzen geklagt. Sofort nach Verlassen der Badezelle taumelte Patientin etwas und verspürte einen unangenehmen Brechreiz. Nachdem ich dann Patientin an das offene Fenster setzen ließ, besserte sich bald der Zustand. Ich selbst habe meistens länger als drei Stunden bei den Untersuchungen in der Badezelle zugebracht, aber niemals Erscheinungen wahrnehmen können, die auf eine CO_2-Inhalation schließen lassen.

Die Versuche habe ich bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt. Mit niederen von 20—25°, mit mittleren von 30—40° und mit hohen Temperaturen von 55—70°. Bei den Gasbädern mit niederen Temperaturen können, wenn Änderungen im E. K. G. auftreten, diese nur auf die von der Haut resorbierte CO_2 zurückzuführen sein. Bei den Gasbädern mit hohen Temperaturen muß

man dagegen die Wirkung der Wärme berücksichtigen. Um über letzteres Klarheit zu bekommen, habe ich Kontrollversuche angestellt, bei denen ich die Patienten in die auf 60° erwärmte Gaszelle setzte, aber keine CO_2 einströmen ließ.

Die Ergebnisse:

Als Maßstab ist die Zeitschreibung des Apparates zugrundegelegt worden, welche als Maßeinheit 0,05 Sekunden hat. Das Ausmessen der elektrokardiographischen Kurve ist nach Angabe von Fridericia (18) erfolgt.

Es erfolgen im E.K.G. Änderungen:

1. Im Zeitablauf.
2. Im Kurvenbild, d. h. im Zackenausschlag. Der Typ des E.K.G. ändert sich nicht.

Von 65 Untersuchungen zeigen:

59 eine durchschnittliche Frequenzsteigerung von 32,7 v.H.
4 eine durchschnittliche Frequenzsteigerung von 0,0 v.H.
2 nicht verwertbar.
52 eine durchschnittl. relative Verkürzung der Systole von 6,3 v.H.
8 eine durchschnittl. relative Verkürzung der Systole von 0,0 v.H.
4 keine Verkürzung der Systole.
1 nicht verwertbar.
50 eine Verkürzung des P—Q-Intervalls.
14 keine Verkürzung des P—Q-Intervalls.
1 Verlängerung des Intervalls.
Die Frequenzsteigerung schwankt von 0 v.H. bis 92 v.H.
Die relative Verkürzung der Systole von 0 v.H. bis 17 v.H.

Von 65 Untersuchungen zeigen eine Veränderung des Kurvenbildes an folgenden Zacken:

	P	Q	QRS	S	S—T	T
Abl. I	2	—	1	2	1	9
Abl. II	10	1	—	1	2	32
Abl. III	13	4	8	3	5	35

23 ein Flacherwerden der Zackenausschläge.
2 ein Höherwerden der Zackenausschläge.
4 eine Vorhofpfropfung.
1 einen Wegfall von Extrasystolen.
6 keine Veränderungen.

Hierzu ist zu bemerken, daß bei einzelnen E.K.G. mehrere Änderungen zu gleicher Zeit eintreten.

51 eine durchschnittliche Steigerung des R.A.P. von 41,2 v.H.
3 eine durchschnittliche Steigerung des R.A.P. von 0,0 v.H.
10 eine durchschnittliche Senkung des R.A.P. von 13,6 v.H.
1 nicht verwertbar.

Der R.A.P. schwankt von —35 v.H. bis 140 v.H.

Wie ich oben schon erwähnt habe, habe ich das E.K.G. im Gasbad bei verschiedenen Temperaturen untersucht. Ich will hier zunächst ein Beispiel für ein Gasbad mit niederen Temperaturen anführen.

G. M., Thyreotoxikose, 32 Jahre,
CO_2-Gasbad, 15 Minuten, 25°:

	Frequenz	P-Q	Q-T	Fr.	Q-Q	QRS	Combitonogr.
Ruhe:	85	0,18	0,35	0,33	0,7	0,06	120/65
2—4 Min.	85	0,18	0,32	0,33	0,7	0,06	118/60
10 Min.	85	0,18	0,32	0,33	0,7	0,06	
15 Min.	88	0,18	0,32	0,33	0,68	0,06	90/60
Ruhe:	73	0,18	0,35	0,35	0,82	0,06	92/65

Das ergibt eine Steigerung der Frequenz von 3,5 v. H., eine Verkürzung der Systole um 7,5 v. H. und eine Senkung des R.A.P. von 35 v. H.

Erst nach 15 Minuten Gasbad tritt eine schwache Frequenzsteigerung ein. Nach dieser Zeit wird T II nur noch angedeutet, das im Ruhe E.K.G. stark positiv ist, T III wird etwas deutlicher negativ. Es sind dies die Veränderungen, die im Gasbad bei 60° schon nach 4 Minuten auftreten.

Von 15 Untersuchungen im Gasbad von 20—25° zeigen:

9 eine durchschnittliche Frequenzsteigerung von 14,9 v. H.
4 eine durchschnittliche Frequenzsteigerung von 0,0 v. H.
2 nicht verwertbar.
5 eine durchschnittliche Verkürzung der Systole von 3,7 v. H.
6 eine durchschnittliche Verkürzung der Systole von 0,0 v. H.
3 keine Verkürzung.
1 nicht verwertbar.
12 eine Verkürzung des P—Q-Intervalls.
3 keine Verkürzung des P—Q-Intervalls.
Die Frequenzsteigerung schwankt von 0 v. H. bis 21,0 v. H.
Die relative Verkürzung der Systole von 0 v. H. bis 5,7 v. H.

Von 15 Untersuchungen zeigen eine Veränderung des Kurvenbildes an folgenden Zacken:

	P	Q	QRS	S	S—T	T
Abl. I	—	—	—	1	—	—
Abl. II	1	—	—	—	—	2
Abl. III	1	2	2	—	—	2

5 ein Flacherwerden der Zackenausschläge.
2 eine Zunahme der Zackenausschläge.
5 keine Veränderungen.
7 eine durchschnittliche Steigerung des R.A.P. um 14,0 v. H.
3 eine durchschnittliche Steigerung des R.A.P. um 0,0 v. H.
5 eine durchschnittliche Senkung des R.A.P. um 16,0 v. H.

Der R.A.P. schwankt von —35 v. H. bis 45 v. H.

Die Gasbäder mit mittleren Temperaturen zeigen dagegen ein ganz anderes Verhalten. Ich will auch hierfür ein Beispiel anführen.

W. W., Hypotonie, 48 Jahre,

CO_2-Gasbad, 15 Minuten, 38°:

	Frepuenz	P-Q	Q-T	Fr.	Q-Q	QRS	Combto.togr
Ruhe:	85	0,15	0,3	0,33	0,7	0,05	100/65
2—4 Min.	96	0,125	0,27	0,32	0,62	0,05	108/76
10 Min.	109	0,125	0,27	0,31	0,55	0,05	
15 Min.	115	0,125	0,25	0,30	0,52	0,04	105/65
Ruhe:	83	0,15	0,3	0,34	0,72	0,05	100/65

Das ergibt eine Steigerung der Frequenz von 34 v. H., eine relative Verkürzung der Systole um 7,6 v. H. und eine Steigerung des R. A. P. um 62 v. H.

Nach 10 Minuten wird T II schwach negativ, das im Ruhe-E. K. G. positiv ist. Nach 15 Minuten Gasbad findet man ein gesenktes S—T-Intervall II. Nach dem Gasbad findet man T II deutlich positiv und das S—T-Intervall II auf der isoelektrischen Linie liegend.

Von 14 Untersuchungen zeigen:

14 eine durchschnittliche Frequenzsteigerung von 45,7 v. H.
12 eine durchschnittl. relative Verkürzung der Systole um 8,1 v. H.
2 eine durchschnittl. relative Verkürzung der Systole um 0,0 v. H.
14 eine Verkürzung des P—Q-Intervalls.
Die Frequenzsteigerung schwankt von 18 v. H. bis 92,0 v. H.
Die relative Verkürzung der Systole von 0 v. H. bis 16,6 v. H.

Von 14 Untersuchungen zeigen eine Veränderung des Kurvenbildes an folgenden Zacken:

	P	Q	QRS	S	S—T	T
Abl. I	—	—	—	—	—	—
Abl. II	2	—	—	1	1	5
Abl. III	1	—	1	2	3	8

6 ein Flacherwerden der Zackenausschläge.
1 eine Vorhofpfropfung.
1 ein Wegfall von Extrasystolen.
1 keine Veränderungen.
14 eine durchschnittliche Steigerung des R. A. P. um 40,0 v. H.
Der R. A. P. schwankt von 6 v. H. bis 100 v. H.

Da die Gasbäder in der Praxis nur bei hohen Temperaturen verabfolgt werden, hat dieser Form von Gasbädern auch meine größte Aufmerksamkeit gegolten. Hier in Kudowa werden die Gasbäder in erster Linie bei Impotenzerscheinungen und als Entfettungskur verordnet.

Zum Vergleich führe ich als Beispiel die Patientin an, die ich im Gasbad mit niederen Temperaturen schon oben angeführt habe,

und den Patienten, den ich im Gasbad mit mittleren Temperaturen gezeigt habe.

G. M., Thyreotoxikose, 32 Jahre,
CO_2-Gasbad, 15 Minuten, 60°:

	Frequenz	P-Q	Q-T	Fr.	Q-Q	QRS	Combitonogr.
Ruhe:	80	0,18	0,35	0,34	0,75	0,06	120/70
2—4 Min.	100	0,15	0,32	0,32	0,6	0,06	115/70
10 Min.	109	0,15	0,32	0,31	0,55	0,06	
15 Min.	115	0,15	0,28	0,30	0,52	0,05	115/70
Ruhe:	80	0,18	0,32	0,34	0,75	0,05	95/65

Das ergibt eine Frequenzsteigerung von 43 v. H., eine relative Verkürzung der Systole von 8,3 v. H. und eine Steigerung des R. A. P. von 42 v. H.

Nach 4 Minuten Gasbad wird T II kaum noch angedeutet, T III schwach negativ angedeutet. Diese Änderungen werden nach 15 Minuten Gasbad charakteristischer: T II fehlt ganz und T III wird negativ. Im Ruhe E. K. G. ist T I stark positiv und T III liegt auf der isoelektrischen Linie.

W. W., Hypotonie, 48 Jahre,
CO_2-Gasbad, 15 Minuten, 60°:

	Frequenz	P-Q	Q-T	Fr.	Q-Q	QRS	Combitonogr.
Ruhe:	85	0,22	0,36	0,33	0,7	0,05	105/70
2—4 Min.	96	0,2	0,32	0,32	0,62	0,05	105/70
10 Min.	111	0,175	0,3	0,31	0,54	0,05	
15 Min.	115	0,175	0,31	0,30	0,52	0,04	100/65
Ruhe:	100	0,21	0,35	0,32	0,56	0,05	108/70

Das ergibt eine Frequenzsteigerung von 34 v. H., eine Verkürzung der Systole um 4 v. H. und eine Steigerung des R. A. P. von 62 v. H.

Nach 4 Minuten Gasbad wird T II schwach negativ, das im Ruhe E. K. G. positiv ist. Nach 15 Minuten Gasbad findet man ein gesenktes S—T-Intervall II. Nach dem Gasbad findet man T II deutlich positiv und das S—T-Intervall II auf der isoelektrischen Linie liegen.

Welch verschiedene Änderungen im E. K. G. auftreten, sollen folgende Beispiele zeigen:

D. O., Thyreotoxikose, 27 Jahre,
CO_2-Gasbad, 15 Minuten, 65°:

	Frequenz	P-Q	Q-T	Fr.	Q-Q	QRS	Combitonogr.
Ruhe:	96	0,14	0,32	0,32	0,62	0,07	125/85
2—4 Min.	100	0,13	0,3	0,32	0,6	0,07	125/85
10 Min.	109	0,125	0,3	0,31	0,55	0,07	
15 Min.	120	0,1	0,27	0,30	0,5	0,06	140/85
Ruhe:	105	0,13	0,3	0,31	0,57	0,07	110/75

Das ergibt eine Frequenzsteigerung von 25 v. H., eine relative Verkürzung der Systole von 6,6 v. H. und eine Steigerung der

R. A. P. von 31 v. H. Nach 2 Minuten Gasbad wird P II höher, T II wird nur noch angedeutet und T III wird deutlich negativ, das im Ruhe E. K. G. positiv ist. Nach 10 Minuten wird T I flacher, T II fehlt, T III wird stark negativ. Nach 15 Minuten dieselben Veränderungen. 10 Minuten nach dem Gasbad findet man ein normales E. K. G. mit hohem T II und positivem T III.

W., Gefäßspasmen, 43 Jahre,
CO_2-Gasbad, 15 Minuten, 60°:

	Frequenz	P Q	Q-T	Fr.	Q-Q	QRS	Combitonogr.
Ruhe:	78	0,15	0,35	0,34	0,77	0,07	120/70
2—4 Min.	83	0,15	0,35	0,34	0,72	0,07	120/70
10 Min.	96	0,15	0,32	0,32	0,62	0,07	
15 Min.	96	0,15	0,32	0,32	0,62	0,07	110/70
Ruhe:	75	0,15	0,32	0,35	0,8	0,07	120/75

Außer der Frequenzsteigerung von 25 v. H., einer relativen Verkürzung der Systole um 2 v. H. und einer Steigerung des R. A. P. um 12 v. H. findet man keine Veränderungen im Kurvenbild.

Von 36 Untersuchungen zeigen:
36 eine durchschnittliche Frequenzsteigerung von 32,0 v. H.
35 eine durchschnittl. relative Verkürzung der Systole von 5,1 v. H.
1 eine Verlängerung der Systole um 5,2 v. H.
34 eine Verkürzung des P—Q-Intervalls.
2 keine Verkürzung des P—Q-Intervalls.

Von 36 Untersuchungen zeigen eine Veränderung des Kurvenbildes an folgenden Zacken:

	P	Q	QRS	S	S—T	T
Abl. I	2	—	1	1	1	9
Abl. II	7	1	—	—	1	25
Abl. III	10	2	5	1	2	25

12 ein Flacherwerden der Zackenausschläge.
3 eine Vorhofpfropfung.
Die Frequenzsteigerung schwankt von 5,5 v. H. bis 60 v. H.
Die relative Verkürzung der Systole von 0,0 v. H. bis 17 v. H.
30 eine Steigerung des R. A. P. von 48,2 v. H.
5 eine Senkung des R. A. P. von 10,8 v. H.
1 nicht verwertbar.

Der R. A. P. schwankt von —21 v. H. bis 140 v. H.

Jetzt muß noch die Frage beantwortet werden, in welcher Zeit nach Beginn des Gasbades die Änderungen im E. K. G. auftreten. Im allgemeinen kann gesagt werden, je stärker das Gasbad erhitzt wird, um so früher treten die Änderungen im E. K. G. auf, und zwar in den meisten Fällen zwischen 5 und 10 Minuten

nach Beginn der Prozedur. Bei dem Fall G. treten die Änderungen im E.K.G. im auf 60° erhitzten Gasbade nach 4 Minuten auf. Im Gasbad mit 30° dagegen erfährt die Herzstromkurve dieselben Änderungen erst nach 10 Minuten. Dies wird verständlich, wenn man die schnellere Resorptionsgeschwindigkeit der schwitzenden, d.h. feuchten Haut gegenüber der nichtschwitzenden, d.h. trockenen Haut, in Betracht zieht. In allen Fällen verschwinden die Änderungen schon eine Minute nach dem Gasbad.

Aus den wenigen angeführten Beispielen sieht man schon, wie verschieden die Patienten auf das Gasbad reagieren. Es ist schwer, hier eine Ordnung hineinzubringen, da Patienten, die keine Änderungen im E.K.G. zeigen, in derselben Krankheitsgruppe stehen wie Patienten, bei denen man Änderungen findet, die im allgemeinen als Ausdruck einer mehr oder weniger schweren Myokardschädigung gelten, obwohl sie ein Ruhe E.K.G. zeigen, das durchaus dem Normaltyp entspricht.

Am übersichtlichsten ist das Verhalten der Frequenz, da man mit Ausnahme von vier Fällen in allen übrigen eine Steigerung feststellen kann. Die Gasbäder mit mittleren und hohen Temperaturen weisen darin keinen Unterschied auf, während die Gasbäder mit niederen Temperaturen wesentlich geringere, in vier Fällen sogar keine Frequenzsteigerungen zeigen. Man muß daher die Wärme als den wichtigeren Faktor für die Frequenzsteigerung ansprechen. Dasselbe muß man von der Wärme auch in bezug auf alle vorkommenden Änderungen im E.K.G. sagen. Dies beweisen die Kontrollversuche, bei denen die Patienten in die auf 60° erwärmte Gaszelle gesetzt worden sind. Zum Unterschied zu den Gasbädern habe ich keine CO_2 einströmen lassen. Das E.K.G. zeigt hierbei dieselben Veränderungen wie im CO_2-Gasbad. Das die Wärme wiederum nicht ausschließlich für die Frequenzsteigerung ursächlich ist, beweisen die Gasbäder bei Temperaturen von 20°, bei denen ebenfalls eine Frequenzsteigerung, wenn auch eine viel geringere, festzustellen ist.

Es hat mich interessiert zu erfahren, ob bei einer bloßen Frequenzsteigerung auch schon Änderungen im Kurvenbild auftreten, die man z.B. im Gasbad vorgefunden hat. Zu diesem Zweck habe ich bei Patientin G. ein E.K.G. nach Genuß von starkem Kaffee geschrieben, den die Patientin sonst nicht trinkt. Die dadurch erreichte Frequenzsteigerung entspricht der Steigerung, die nach 10 Minuten Gasbad aufgetreten ist, trotzdem bleiben aber die Zackenausschläge unverändert.

Das P—Q-Intervall verkürzt sich in 51 Fällen. Bei den Gasbädern mit mittleren und hohen Temperaturen machen nur zwei Fälle eine Ausnahme. Diese beiden weisen aber auch sonst

nur ganz geringe Änderungen auf. Die Gasbäder mit niederen Temperaturen üben auf das P—Q-Intervall kaum einen Einfluß auf, zumal bei dieser Form von Gasbädern die Frequenz nur ganz geringe Steigerungen erfährt. Die Rückbildung der Verkürzung erfolgt in den meisten Fällen bald nach Beendigung des Gasbades. In 15 Fällen kann man aber auch das Gegenteil beobachten. Während die Frequenz in diesen 15 Fällen nach dem Gasbad den Ruhewert schon erreicht hat, bleibt die Verkürzung des P—Q-Intervalls noch längere Zeit bestehen. In einem Fall findet man im Gasbad eine Verlängerung des P—Q-Intervalls, die nach dem Gasbad noch anhält.

Das Verhalten des Q—T-Intervalls ist ohne weiteres aus den schon oben angeführten Darstellungen ersichtlich. Dazu wäre noch zu bemerken: In vier Fällen verkürzt sich die Systole nicht, da aber die Frequenz ansteigt, somit also nach Fridericia die entsprechende Verkürzung ausbleibt, muß man von einer Verlängerung der Systole sprechen. Dieses Verhalten der Systole tritt dreimal in den Gasbädern mit niederen Temperaturen auf, einmal in dem Gasbad mit hohen Temperaturen. Der Fall Sch. weist die größte Frequenzsteigerung (60 v. H.) auf und eine relative Verkürzung der Systole von 5,4 v. H., während im Fall V. ich die geringste Frequenzsteigerung habe feststellen können (5,5 v. H.) und eine relative Verkürzung der Systole von 6,8 v. H. Ein recht interessantes Bild bietet der Fall Tsch., der eine Frequenzsteigerung von 60 v. H., dabei aber keine Verkürzung des Q—T-Intervalls erfährt, d. h. sogar eine relative Verlängerung von 5,2 v. H. aufweist. Dies beweist, daß sich die Systole nicht in demselben Verhältnis verkürzt, wie die Frequenz ansteigt.

Auch das Min. Vol. ist nicht imstande, in das so verschiedene Verhalten des Q-T-Intervalls eine Klarheit zu schaffen. Das Min. Vol. selbst geht im allgemeinen parallel zur Frequenz, so haben wir im Fall Sch. die größte Frequenzsteigerung, gleichzeitig aber auch den größten Anstieg des Min. Vol. zu verzeichnen.

Die Auswirkungen des Kohlensäuregasbades auf die Form des E.K.G. sind mannigfaltig. In der QRS-Gruppe treten selten Veränderungen auf. Das Q und S wird in einzelnen Kurven etwas tiefer. Recht interessant sind die Beobachtungen von QRS in acht Fällen, in fünf Fällen richtet sich im Kohlensäuregasbad ein aufgesplitterter Kammerkomplex in Ableitung III auf, während drei weitere Fälle gerade das Umgekehrte zeigen. Am häufigsten ändert sich die Kammernachschwankung in der zweiten (32 Fälle) und dritten Ableitung (35 Fälle). Relativ häufig treten weiter Formschwankungen der P-Zacke (in 25 Fällen) auf. Der Grad dieser Umgestaltung unterliegt großen Schwankungen. Die leichtesten Änderungen bestehen zunächst in einem Flacherwerden

einzelner Zacken, in erster Linie werden hiervon T II und T III betroffen (37 Fälle). Diese Abflachung kann so weit gehen, daß die Zacken nicht mehr erkennbar sind, d. h. auf der isoelektrischen Linie liegen. Sehr häufig erfahren die Zacken T II und T III noch weit stärkere Veränderungen, indem sie über die Abflachung hinaus noch negativ werden (30 Fälle). Es wird also aus einem positiven T II und T III im Ruhe-E.K.G. ein negatives T II und T III im Gasbad. Diese Änderungen verschwinden aber sofort nach dem Gasbad. Eine Minute nach dem Gasbad treten diese nicht mehr auf. Ein negatives T II und T III im Ruhe-E.K.G. wird weniger stark verändert als ein positives T II und T III. Meist wird ein negatives T II und T III etwas spitzer negativ. Neben dem Flacherwerden und dem Wechsel von positiv nach negativ kann man ein Höherwerden der Zacken in wenigen Fällen beobachten. Dies erscheint der Zahl der Fälle nach besonders am P in Ableitung II und III (15 Fälle).

Die Deutung dieser eben beschriebenen elektrokardigraphischen Veränderungen stößt auf Schwierigkeiten. Im allgemeinen gilt ein negatives T II und T III als direktes Zeichen einer Schädigung am Herzgefäßapparat oder am Herzmuskel selber. Korth (19) hat aber neuerdings darauf hingewiesen, daß ein solcher Befund auch bei völlig Herzgesunden zu finden ist, der Autor betont dabei aber, daß eine sichere Abgrenzung von Gesund und Krank nicht möglich ist. Als gesichertes Ergebnis kann die Statistik der Majoklinik gelten. Ein negatives T I und T II ist hiernach stets ein Zeichen einer Myocardschädigung mit schlechter Prognose, während negatives T in Ableitung II und III eine bessere Lebensaussicht haben. Nach von Menzing, Kisch u. a. wird die Negativität des T in Ableitung II und III nur als funktionelle Minderwertigkeit des Myocards aufgefaßt. Dittrich (20) findet bei Drosselung der Durchblutung der Kranzgefäße verschiedene Änderungen der Nachschwankung. Dem geringsten Grad einer Durchblutungsdrosselung entspringt eine Abflachung der positiven Nachschwankung. Bei einem höheren Grad der Drosselung jedoch wird die Nachschwankung negativ. Eine Negativität von T läßt sich weiterhin durch Sauerstoffmangelatmung erzielen. Die gleiche Unstimmigkeit befindet sich auch in der Beurteilung der S—T-Strecke, sie gilt als ein wichtiges Zeichen einer Myocardschädigung auf Grund einer Gefäßveränderung, doch soll sie nach Schellong auch bei vermehrtem Minutenvolumen auftreten. Im allgemeinen aber kann man ein längeres Verweilen der S—T-Strecke unter der Null-Linie, sowie eine Negativität in zwei Ableitungen als Ausdruck einer sicheren Myocardschädigung ansehen. Ich bin also der Meinung, daß die in unseren Versuchen beobachteten elektrokardiographischen Veränderungen Ausdruck

einer solchen Schädigung sind. Dieses gilt aber nur in der Einschränkung einer funktionellen Zustandsänderung des Herzens selbst durch das Kohlensäuregasbad.

Erwähnenswert sind die subjektiven Angaben der Patienten während des Gasbades und nach dem Gasbad. Fast alle haben die Wärme im ersten Moment als unangenehm empfunden. Etwa nach fünf Minuten setzt meistens eine Schweißsekretion ein. Fünf Untersuchte haben Herzklopfen im Gasbad bekommen. Nur drei Patienten haben das CO_2-Gasbad nicht 15 Minuten aushalten können, zwei von diesen sind Neurastheniker. Nach dem Gasbad haben sich 23 Untersuchte frisch und erleichtert, die übrigen angenehm ermüdet gefühlt. Ein großer Teil hat anschließend sehr gut geschlafen. Durchschnittlich haben die Patienten einen Gewichtsverlust von 1,0 bis 1,5 kg zu verzeichnen gehabt. Der weitaus größte Teil der Patienten hat den Wunsch nach weiteren Gasbädern geäußert. Wenn man diese Angaben mit den Änderungen im E.K.G. in Beziehung bringt, dabei daran denkt, daß ähnliche Änderungen beim Sport, bei Arbeit, beim Stehen usw. auftreten, dann kann man nicht umhin anzunehmen, daß das CO_2-Gasbad zunächst eine Belastung, eine Mehrarbeit für das Herz bedeutet, bedingt in erster Linie durch die Wärme, in zweiter Linie durch die gasförmige CO_2.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

1. Das E.K.G. erfährt im Gasbad Änderungen sowohl im Zeitablauf als auch im Kurvenbild.
2. Der Grad der Veränderungen des E.K.G. hängt von der Verabfolgung des Gasbades ab. Die Gasbäder mit mittleren und hohen Temperaturen bewirken viel stärkere Veränderungen des E.K.G. als die Gasbäder mit niedrigen Temperaturen.
3. Sofort nach Beginn des Gasbades tritt eine Frequenzsteigerung ein, die bis zum Ende des Gasbades im Ansteigen begriffen ist.
4. Das P—Q-Intervall erfährt eine Verkürzung.
5. Der Kammerkomplex Q—T erfährt ebenfalls eine relative Verkürzung, gemessen nach der Formel von Friedericia.
6. Die Änderungen des Kurvenbildes treten in erster Linie in der II. und III. Ableitung auf. Am häufigsten findet sich eine Veränderung des T, die zwischen einem geringen Flachwerden bis zur Negativität schwankt. Feinere Änderungen werden aber in allen Zackenausschlägen bemerkt.
7. Die Veränderungen treten 4—10 Minuten nach Beginn des Bades ein und verschwinden bald nach Beendigung desselben.

Literatur.

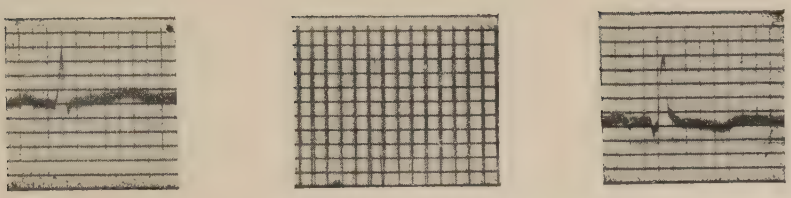
1. Benecke: Berlin. Klin. Wochenschrift 1877 Nr. 26.
2. Schott A.: Berlin. Klin. Wochenschrift 1880.
3. Schott Th.: Berlin, Klin. Wochenschrift 1883.
   Derselbe: Mediz. Klin. Nr. 27.
4. Grödel I: Deutsche Medizinalzeitung 1895 Nr. 28.
5. Kisch: Wiener Medizinhalle 1863.
6. Grödel: in Alexander Morisons: The Cardiac failure and it's treatment: (The Rebmann Publishing Comp. Ltd. London 1897).
7. Derselbe: Berlin. Klin. Wochenschrift 1907 Nr. 16.
8. Weiß u. Komerell: Volkmanns Sammlung klin. Vorträge in Med. Nr. 711.
9. Grödel u. Wachter: Zeitschrift für Kurwissenschaft 1931 I.
10. Cobet u. Häbler: Zeitschrift für Klin. Med. 112 S. 174.
11. Goldscheider: Med. Klin. 1911 S. 766.
12. Prausnitz: Med. Klin. 1928 S. 282.
13. Winternitz: Deutsches Archiv klin. Med. 72 S. 258.
14. Hediger: Klin. Wochenschr. 1928 II S. 1553.
15. Prof. Oeller: Deutsche med. Wochenschrift 1936 S. 1844.
16. Kretschmer: Zeitschrift f. physikalische Therapie Bd. 36.
17. Bennat: Zeitschrift klin. Med. 1934 Bd. 126 S. 415.
18. Fridericia: Acta skandn. med. 53 (1920).
19. Korth: Archiv für Kreislaufforschung Bd. III S. 1.
20. Dietrich: Z. exper-Med. 90 — 689 (1933).
    Schlomka: Zeitschrift für klin. Med. 130 S. 313 1936.
    Hinrichs: Zeitschrift für Kreislaufforschung 1937 S. 790.
    v. Menzing: Klin. Wochenschrift 1934 S. 88.
    Mißke: Archiv für Kreislaufforschung Bd. II S. 267 (1937).

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich Herrn Professor Dr. Vogt, Direktor der Reichsanstalt für Deutsches Bäderwesen, wofür ich ihm meinen ergebensten Dank an dieser Stelle ausspreche. Meinen ganz besonderen Dank möchte ich Herrn Chefarzt des Kurheims „Stolzenfels" Dr. Hinrichs in Bad Kudowa zum Ausdruck bringen. Neben vielen Anregungen zu dieser Arbeit, danke ich ihm auch für die freundliche Überweisung seiner Patienten. Auch der Kurverwaltung von Bad Kudowa, die mich in großzügiger Weise bei meinen Untersuchungen im Marienbad nicht nur durch die Bereitstellung der Apparate, sondern auch durch ihre Patenstelle für Doktoranden bereitwilligst unterstützt hat, bin ich zu großem Dank verpflichtet.

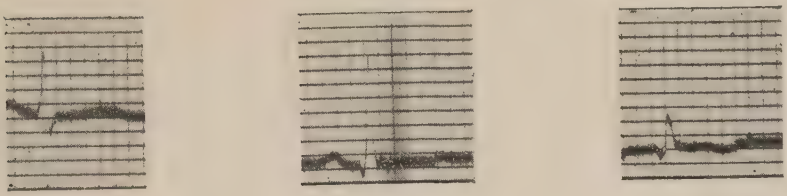
Lebenslauf.

Am 6. Oktober 1912 bin ich in Oberweiden, Kreis Kreuzburg O.-S., als Sohn des Ziegeleiverwalters P. J. Pietsch und seiner Ehefrau Clara, geb. Koehl, geboren, und bin in der katholischen Kirche zu Konstadt O.-S. auf die Namen Paul-Franz getauft worden. Meine Schulzeit habe ich nach Besuch der Deutschen Oberschule in Aufbauform zu Rosenberg und der Staatl. „Blücherschule" zu Liebenthal mit dem Zeugnis der Reife am 3. März 1933 abgeschlossen. Im Anschluß daran habe ich das freiwillige Werkhalbjahr abgeleistet. Mein medizinisches Studium habe ich im Wintersemester 1933/34 an der Universität in Breslau begonnen. An der Universität zu Rostock habe ich am 26. Februar 1936 die ärztliche Vorprüfung abgelegt. Die ersten klinischen Semester habe ich an der damals noch auslandsdeutschen Universität Graz gehört. An der Universität zu Breslau habe ich am 28. März 1939 die medizinische Staatsprüfung abgelegt.

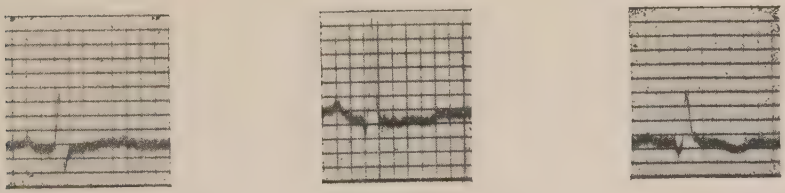
Abl. I II III



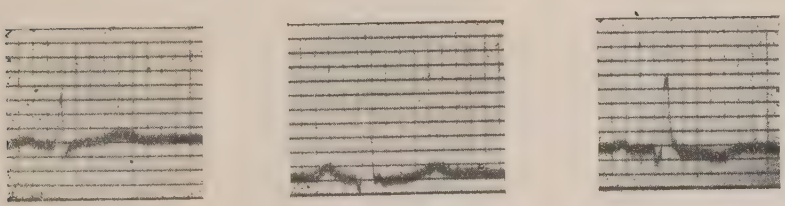
Vor dem Gasbad



2—4 Min.



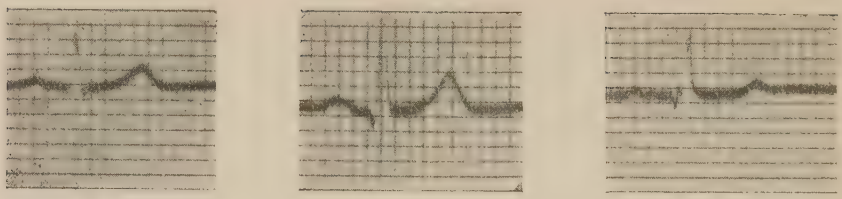
15 Min.



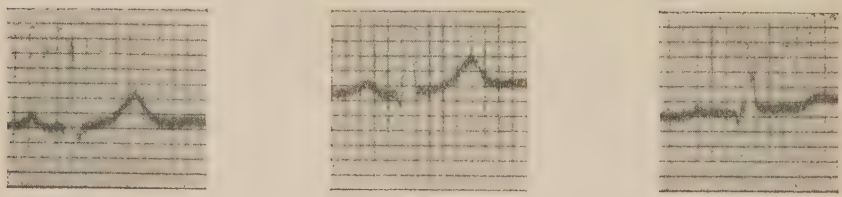
Nach dem Gasbad

Witzmann

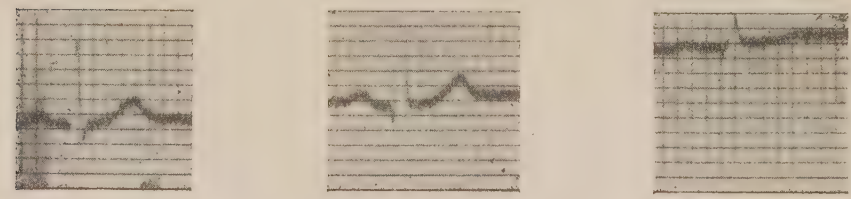
Abl. I II III



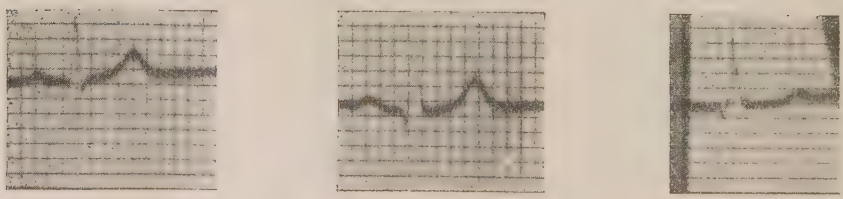
Vor dem Gasbad



2—4 Min.



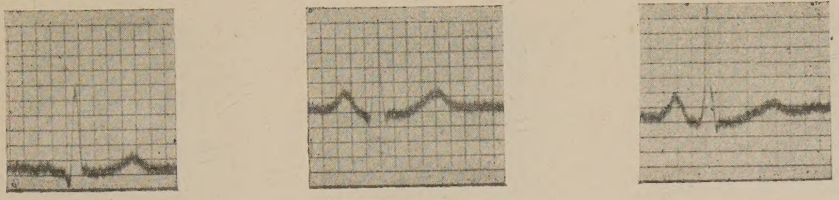
15 Min.



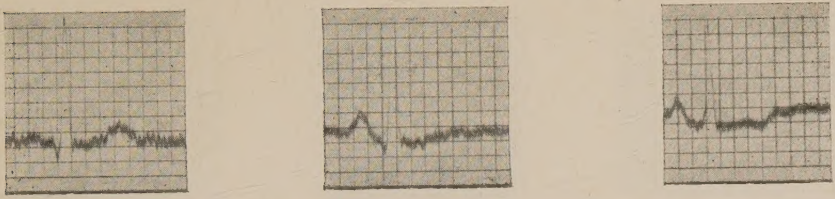
Nach dem Gasbad

Watschek

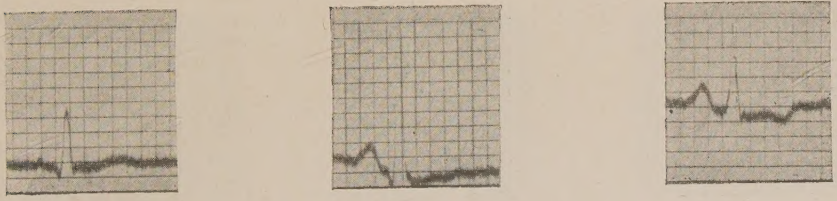
Abl. I II III



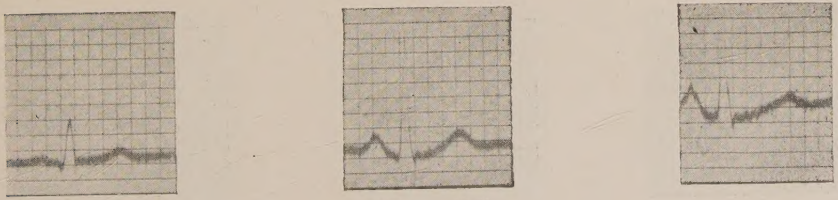
Vor dem Gasbad



2—4 Min.



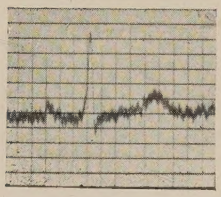
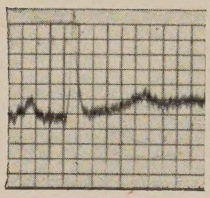
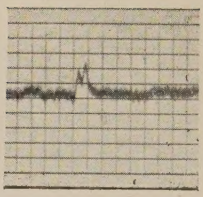
15 Min.



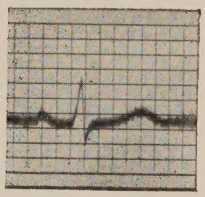
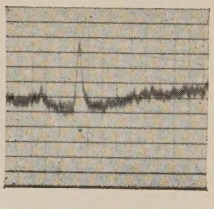
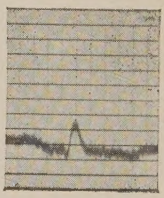
Nach dem Gasbad

Didszum

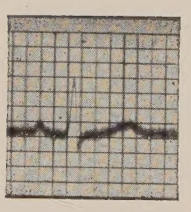
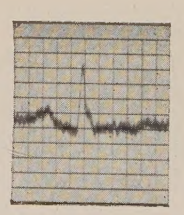
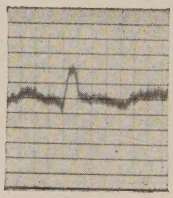
Abl. I II III

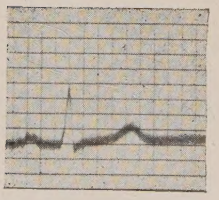
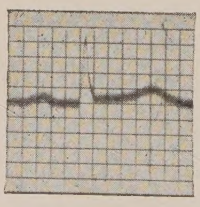
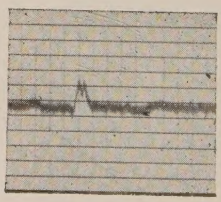
Vor dem Gasbad

2—4 Min.

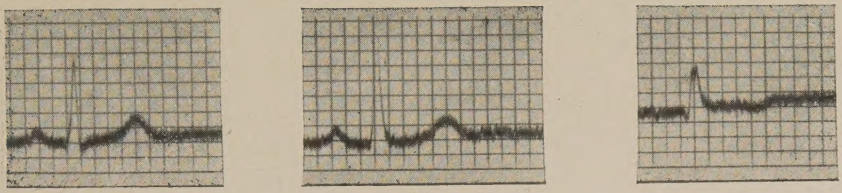
15 Min.

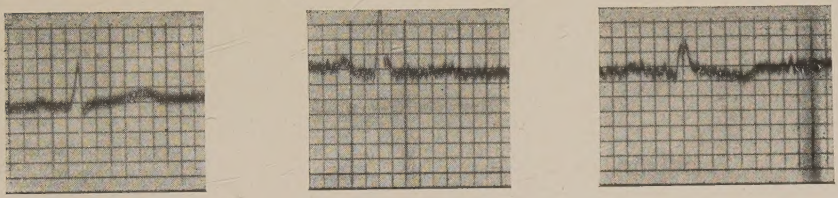
Nach dem Gasbad

Gaida (60°)

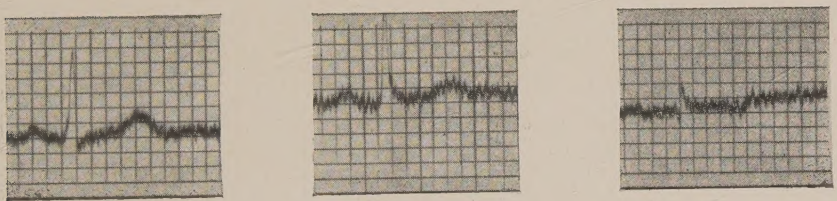
Abl. I II III



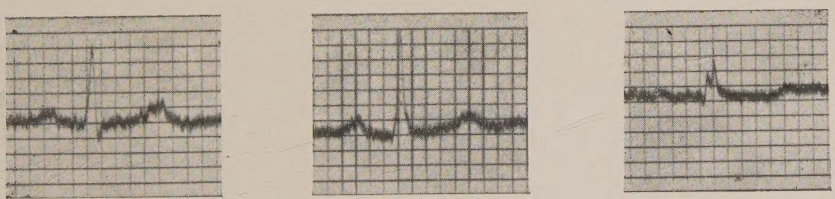
Vor dem Gasbad



2—4 Min.



15 Min.



Nach dem Gasbad

Gaida (25°)